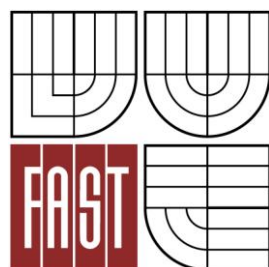




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV STAVEBNÍ EKONOMIKY A ŘÍZENÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF STRUCTURAL ECONOMICS AND MANAGEMENT

OBYTNÉ CELKY Z PŘÍRODNÍCH MATERIÁLŮ

RESIDENTIAL UNITS FROM NATURAL MATERIALS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MICHAELA LONTRASOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MILOSLAV VÝSKALA

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607R038 Management stavebnictví
Pracoviště	Ústav stavební ekonomiky a řízení

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Michaela Lontrasová
Název	Obytné celky z přírodních materiálů
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Miloslav Výskala
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2014
Datum odevzdání bakalářské práce	29. 5. 2015

V Brně dne 30. 11. 2014

.....
doc. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Srubové domy z kulatiny, Dalibor Houdek, Otakar Koudelka (MM Publishing, 2011,ISBN 978-80-904414-4-6)

Dřevěné stavby, Jozef Štefko, Ladislav Reinprecht, Petr Kuklík (Jaga group,2006,ISBN 978-80-8076-080-9)

Moderní dřevostavby, Pavel Horák (Computer press,2011,ISBN 978-80-251356-8-6)

Zásady pro vypracování

Cílem práce je porovnání nákladů na výstavbu rodinných domů srubových ve srovnání s obvyklou dřevostavbou.

1. Definice přírodních (alternativních) stavebních materiálů (definice materiálů užívaných u klasických dřevostaveb a staveb srubových).
2. Možnosti užití přírodních materiálů ve stavebnictví (výstavba rodinných domů).
3. Kvalitativní srovnání vlastností uváděných staveb.
4. Cenové srovnání nákladů na dodávku materiálů a jejich montáž.
5. Analýza nákladů rodinných domů srubových ve srovnání s obvyklou dřevostavbou v konkrétních případech.

Očekávaným výstupem práce bude porovnání nákladů rodinných domů srubových ve srovnání s obvyklou dřevostavbou při srovnatelných okrajových podmínkách.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....

Ing. Miloslav Výskala
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je stanovení nákladů na výstavbu rodinného domu srubového ve srovnání s dřevostavbou. První část práce se věnuje přírodním stavebním materiálům. Jejich vlastnostmi, použitím a porovnáním s průmyslově vyráběnými stavebními materiály.

Druhá část práce nejprve stručně charakterizuje odlišné stavební konstrukce vybraných rodinných domů, dřevostaveb a srubu. Následně jsou pro konstrukce sestaveny rozpočty, srovnána a vyhodnocena jejich nákladnost. Rozpočet je sestaven na základě výkazu výměr dřevostavby zateplené balíky ze slámy. Na závěr jsou uvedeny kladné a záporné vlastnosti těchto domů.

Klíčová slova

Přírodní materiály, obytné celky, srub, dřevostavba, slaměný dům, rozpočet, součinitel prostupu tepla

Abstract

The aim of this bachelor's thesis is to determine the costs of building a family house log cabin compared to the wooden building. The first part focuses on natural building materials. Their characteristics, applications and comparison with industrially produced building materials.

The second part firstly describes various structures of selected family houses, wooden houses and log cabin in brief. Subsequently, the structure budgets are assembled, compared and evaluated their costs. The budget is based on a bill of quantities wooden houses insulated by straw bales. Finally the positive and negative characteristics of these houses are listed.

Keywords

Natural materials, residential units, a log cabin, wooden building, straw house, budget, heat transfer coefficient

Bibliografická citace VŠKP

Michaela Lontrasová *Obytné celky z přírodních materiálů*. Brno, 2015. 61 s., 32 s. příl.
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební ekonomiky a řízení. Vedoucí práce Ing. Miloslav Výskala.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 13.5.2015

.....

podpis autora

Michaela Lontrasová

Poděkování

Ráda bych poděkovala panu Ing. Miloslavu Výskalovi, za vedení bakalářské práce a mnoho cenných rad a připomínek. Panu Ing. Janu Bílkovi za poskytnutí dokumentace k praktické části práce. Největší poděkování patří моým rodičům, kteří mě po celou dobu studia podporovali.

Obsah

1. ÚVOD.....	9
2 PŘÍRODNÍ STAVEBNÍ MATERIÁLY	11
2.1 DEFINICE PŘÍRODNÍCH STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ	11
2.2 MOŽNOSTI UŽITÍ PŘÍRODNÍCH MATERIÁLŮ VE STAVEBNICTVÍ	14
2.2.1 JEDNOTLIVÉ PŘÍRODNÍ MATERIÁLY VE STAVEBNICTVÍ	14
2.2.2 VÝSTAVBA DOMŮ Z PŘÍRODNÍCH MATERIÁLŮ	16
2.2.3 OBYTNÉ CELKY Z PŘÍRODNÍCH MATERIÁLŮ	21
2.3 SROVNÁNÍ VLASTNOSTÍ PŘÍRODNÍCH MATERIÁLŮ S PRŮMYSLOVĚ VYRÁBĚNÝMI.....	23
2.3.1 KVALITATIVNÍ SROVNÁNÍ	23
2.3.2 ENERGETICKÁ NÁROČNOST VÝROBY MATERIÁLŮ	24
2.3.3 LIKVIDACE MATERIÁLŮ	25
2.4 ROZPOČET STAVEBNÍHO DÍLA.....	26
2.4.1 ZÁKLADNÍ PODKLADY ROZPOČTU	26
2.4.2 SESTAVENÍ ROZPOČTU	26
3 SROVNÁNÍ VLASTNOSTÍ VÝSTAVBY RODINNÉHO DOMU Z ALTERNATIVNÍCH STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ V KONKRÉTNÍCH PŘÍPADECH	29
3.1 STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA PROJEKTU	29
3.1.1 CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH TECHNOLOGIÍ VÝSTAVBY	29
3.1.2 STANOVENÍ NÁKLADŮ.....	32
3.1.4 VLASTNOSTI KONKRÉTNÍCH TECHNOLOGIÍ VÝSTAVBY	49
4. ZÁVĚR	54
5. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	56
5.1 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	56
5.2 SEZNAM TABULEK	58
5.3 SEZNAM OBRÁZKŮ	59
5.4 SEZNAM ZKRATEK	60
5.5 SEZNAM PŘÍLOH.....	60

1. ÚVOD

Přírodní stavební materiály patří mezi nejstarší stavební suroviny, které lidstvo používalo. Nejprve byly stavěny jednoduché chýše, které se vyvinuly v pevné stavby. V úplném začátku byly jedinou možností pro stavbu obydlí dostupné suroviny z přírody. Nové průmyslové vynálezy a technologie zatlačily oblíbenost přírodních materiálu do pozadí. S tím byla zapomenuta i řemesla, která s přírodní výstavbou souvisela. Lidé začali využívat průmyslově vyráběné materiály, hlavně z důvodů rychlé a levné výstavby.

V současnosti lidé více zkoumají průmyslovou výrobu materiálů a jejich celkový dopad na životní prostředí. Následkem všech těchto aspektů se stavitelé opět začali vracet k přírodním materiálům. Znovu jsou využívány unikátní vlastnosti přírodních materiálů, které pozitivně působí na člověka.

Cílem této bakalářské práce je srovnat náklady na výstavbu rodinných domů z přírodních materiálů, konkrétně srubu s dřevostavbou. A také upozornit na jedinečné vlastnosti těchto domů. Téma jsem si vybrala z důvodu velkých předsudků vůči těmto stavbám, především s ohledem na požární bezpečnost a cenovou náročnost.

Práce se zabývá náklady na výstavbu rodinných domů z alternativních stavebních materiálů. Skládá se ze dvou hlavních částí. První část práce se věnuje přírodním materiálům nejvíce používaných ve stavebnictví, jejich vzniku, zpracováním a využitím. Další podkapitola poukazuje na výrobu a likvidaci přírodních a průmyslových stavebních materiálů. Dále jsou uvedeny dva způsoby výstavby z přírodních materiálů. Poslední kapitola teoretické části je věnována stručné charakteristice sestavení rozpočtu pro oceňování ve stavebnictví.

Praktická část bakalářské práce v úvodu stručně charakterizuje vybraný projekt, který bude sloužit jako podkladová dokumentace pro sestavení výkazu výměr. Pro tuto práci byl zvolen dům z balíků slámy, u kterého je nosný systém tvořen dřevěným skeletem. Další stavbou je dřevostavba vybudovaná z velké části pomocí průmyslově vyráběných materiálů a srub z kulatiny. Náklady na výstavbu jsou srovnávány pomocí

rozpočtu pro konstrukci podlahy, obvodový stěn a střešního pláště. V závěru práce budou uvedeny jednotlivé výhody a nevýhody jednotlivých staveb a jejich celkové zhodnocení.

2 PŘÍRODNÍ STAVEBNÍ MATERIÁLY

Přírodní stavební materiály mají unikátní vlastnosti, které nelze průmyslově zcela nahradit. Hlavním důvodem jejich využití je specifická atmosféra a celkový přírodní charakter domu. Je to jedna z vlastností, kterou nelze průmyslově nahradit.

2.1 DEFINICE PŘÍRODNÍCH STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ

V úvodu práce definuji jednotlivé nejstarší přírodní materiály, které se nejvíce využívají ve stavebnictví. Odkud a jak jednotlivé materiály získáváme, jejich následné zpracování a vlastnosti, které jsou následně využívány ve stavebnictví. Budou zmíněny jejich vlastnosti.

Dřevo

Dřevo je hmota, která tvoří strukturu vyšších rostlin, nazývajících se pletivo. Patří mezi organické přírodní materiály. Vyšší rostliny se skládají ze tří částí. V podzemní části jsou kořeny, zajišťující rostlině přísun vody a živin. Nadzemní část rostlin je tvořena kmenem a větvemi stromu. Kmen je chráněn kůrou a pod ní nalezneme živou část rostliny - dřevo. Je to jediná část, která narůstá celý život rostliny. Díky těmto přírůstkům můžeme spočítat stáří stromu. Dřevo můžeme rozdělit do několika základních skupin. Na jehličnaté a listnaté, nebo podle hustoty dřeva na tvrdé a měkké. Můžeme také rozeznávat tři druhy směrů působení na vlákna, v každém dřevě vykazuje jiné fyzikální a mechanické vlastnosti. Nazývají se radiální, tangenciální a příčný směr. Dřevo je oblíbené pro své kladné vlastnosti, kterými jsou jeho vysoká pevnost a dobré izolační vlastnosti. [1] [2]

Sláma

Sláma se získává z obilovin jako druhotný materiál. Je to nadzemní část rostliny nazývaná se stéblo. Jedná se o dutý stonek s kolénky, který má po obvodu čtyři a více podlouhlých, úzkých listů. Obiloviny se sklízí každý rok, protože patří mezi obnovitelné suroviny. Sklizeň probíhá za pomoci kombajnů, které oddělující stonky od kořene a následně vymlátí zrno z klasů. Tento proces se provádí v období sklizně, kdy jsou rostliny suché. Materiál se především využívá v zemědělství jako krmivo a podestýlka.

Má mnoho kladných vlastností, mezi které patří zdravotní nezávadnost, schopnost pohlcovat CO₂, voděodolnost a vytváření tepelné ochrany. [3]

Hlína

Hlína patří mezi soudržné zeminy s různě velkými částicemi. Obsahuje směs písku, prachu a jílu. Podle poměru těchto tří složek se odlišují různé konzistence. V přírodě se vyskytuje v mnoha barevných odstínech. [4 str.55]

Hlína není při zpracování náročná na energii. Mezi výhody nepálené hlíny patří zdravotní nezávadnost, vytváření přírodního klima v interiéru, teplotní stálost a vlhkost. Zvládne na sebe vázat nebezpečné látky ze vzduchu. Tato kladná vlastnost nebyla nikdy detailně prozkoumána. Dále dokáže zakonzervovat dřevo proti vnikání vlhkosti. Pokud není hlína vypálená, je její největší výhodou opakovatelné použití. [5]

Ovčí vlna

Vlna patří mezi přírodní materiály živočišného původu. Tvoří ochrannou vrstvu po celém těle ovce. Každoročně jsou zvířata vlny zbavována za účelem dalšího využití. Díky této vlastnosti patří mezi obnovitelné materiály. Vlna se z ovce stříhá v jednom celistvém kuse, nazývajícím se rouno. Podle druhu zvířete rozeznáváme mnoho druhů vlny s odlišnými vlastnostmi a barvami. Materiál obsahuje keratin, který dokáže zvířata chránit proti tepelným změnám. Další dobrou vlastností vlny je pohlcování vody, i přesto, že na dotek zůstává suchá. V suchém prostředí pak dokáže pohlcenou vodu vypouštět. Je zdravotně nezávadná a nehoří. Má samo zhášecí vlastnost. Materiál je především využíván v textilním průmyslu a v posledních letech nachází uplatnění i ve stavebnictví. [4 str.116]

Korek

Korek je odumřelá kůra korkového dubu. Stromy rostou především v přímořských evropských státech. Mezi výhody korku patří jeho obnovitelnost. Ze stromu lze kůru sklízet každých let, aniž by byl strom poškozen a dál mohl produkovat novou kůru. Korek má velmi dobré vlastnosti, které jsou využívány ve stavebnictví. Patří mezi ně izolační vlastnosti, hluková neprůzvučnost, odolnost proti vlhkosti, nízká

objemová hmotnost, vysoká odolnost a elasticita. Odolává chemickým účinkům, bakteriím i plísním. [4]

Konopí

V historii lidstva patří konopí k nejstarším rostlinám. Dříve bylo konopí využíváno na výrobu textilu, lan, síťovin, papíru, ale i jako léčivá bylina. Protože ho nelze mechanizovaně sklízet jeho oblíbenost při rozvoji průmyslu začala upadat. [4 str.125]

Patří mezi obnovitelné zdroje. Konopí lze sklízet několikrát do roka a není náročné na pěstování. Svými vlastnostmi odrazuje hmyz a plevel. Proto se nemusí během růstu hnojit. Mezi pozitivní vlastnosti patří pevnost, dobré tepelně izolační vlastnosti, nehořlavost a odolnost proti vlhkosti. [4]

Len

Len patří do skupiny užitkových rostlin a je dalším obnovitelným přírodním materiálem. Je význačný svými modrými květy. Výskyt lnu je především na chudých půdách, které jsou typické především v horských oblastech. Len má specifické období pro setí a sklizení, které ovlivňuje následnou výnosnost rostliny. Len se sklízí v několika fázích. Nejdříve se vytrhá, poté se zbaví semen a následně se suší. Usušený len se může dále zpracovávat. Len je využíván především v textilním průmyslu a stavebnictví. Při zpracování nejprve dochází k lámání rostliny a následně se oddělují dlouhá a krátká stébla. Je velmi pevný v tahu. Negativní vlastností lnu je lámavost a lze jej lehce přeříznout. [4]

Rákos

Tato vytrvalá rostlina se vyskytuje především v místech stojatých vod, které nejsou udržovány. Má duté stéblo, ze kterého vyrůstají listy. Konec rákosu je opatřen latou. Rákos se sklízí kombajny nebo kosami v období od podzimu do jara. Výhodami rákosu je jeho velká pevnost a požární odolnost. [4 str.161]

2.2 MOŽNOSTI UŽITÍ PŘÍRODNÍCH MATERIÁLŮ VE STAVEBNICTVÍ

V přírodním stavitelství jsme stále oproti okolnímu světu o krok nazpět. Z důvodu nástupu průmyslových stavebních materiálů se přírodní materiály odsunuly do pozadí. Dnes se tyto materiály začaly opět znovu používat spolu se souvisejícími zapomenutými řemesly. Nedostatečné znalosti a zkušenosti si mohou stavitelé přírodních domů doplňovat pouze na workshopech pro stavitele, kde získávají inspiraci ze zahraničí. [4]

Tato kapitola se bude věnovat využití přírodních materiálů ve stavebnictví. Z přírodních materiálů se staví celé objekty. Dokonce nově vznikají specializované firmy, které realizují tento typ domů na klíč. Tyto materiály mohou být využity i u klasické výstavby jako nenosná konstrukce. Zateplení budov, nenosné stěny, střešní krytina, omítky a podlahy. Dále mohou být využity pro vybavení domácností.

2.2.1 JEDNOTLIVÉ PŘÍRODNÍ MATERIÁLY VE STAVEBNICTVÍ

V tabulce (Tabulka 1) jsou uvedeny nejpoužívanější přírodní stavební materiály. Jejich zpracování pro stavitelství a použití v konstrukci.

Tabulka 1 – Přírodní stavební materiály [4]

	Výrobek	Výroba	Použití
DŘEVO	Opracované klády	Pro tento druh výrobku se používají jehličnaté stromy. Kmeny stromů jsou nahrubo opracované a zapracované do konstrukce.	-sruby - strop
	Fošny	Fošny nebo desky jsou vyrobeny z kmenů stromu. Ty jsou zbaveny kůry a rozřezané na požadované typy fošen.	-skelet dřevostaveb -obklady

HLÍNA	Nepálená cihla	Materiál vzniká ze směsi hlíny a cementu. Takto vzniklá hmota se následně lisuje do tvaru cihly a nechá se vysušit.	-nosné zdivo
		Cihla vzniká ze směsi hlíny a písku. Hmota se vylisuje do tvaru cihly a suší se.	-nenosné zdivo
	Omítka	Omítky vznikají smícháním hlíny, písku, zvířecí srsti, plevů, jílu a vody. Směs je nanášena na rákosové rošty.	-jádrové omítky -hladké vnitřní omítky -dekorační omítky
	Omazávka	Omazávka je směs hlíny a vody.	-pro zvýšení požární odolnosti
OVČÍ VLNA	Rohože	Vlna se vypere a zbaví se lanolinu a po usušení se vlákna kladou na sebe ověřeným způsobem, bez použití pojiv vzniká rohož.	-tepelná izolace -těsnění spár -pod nášlapnou vrstvu podlah
	Sypaná	Ovčí vlna se pere a zbaví se lanolinu. Vzniká sypká směs.	-tepelná izolace -těsnění spár
KOREK	Desky	Drcená korková kůra se vystaví vysokému tlaku a následně se praží na vysokou teplotu, aby se spojil obsaženou pryskyřicí.	-nášlapná vrstva podlah -tepelná izolace -zvuková izolace

	Drt'	Drcená korková kůra, vystavená vysokému tlaku a následně vysoké teplotě.	-tepelná izolace -zvuková izolace
RÁKOS	Desky	Rákos se zbaví listů a svazuje se s vedlejšími stébly drátem.	-nosiče omítky -vnitřní a vnější tepelná izolace

2.2.2 VÝSTAVBA DOMŮ Z PŘÍRODNÍCH MATERIÁLŮ

Tato kapitola se podrobněji věnuje výstavbě domů z přírodních materiálů, vybranými zástupci jsou sruby a domy z balíků slámy. Zahrnuje jejich výstavbu, vlastnosti a poškození.

Sruby

Mají svůj nezaměnitelný charakter oproti všem jiným stavbám. U srubu není nosná konstrukce zakrývána a je tvořena kmeny jehličnatých stromů.

Technologie výroby srubů se dělí na dvě skupiny, průmyslová technologie a řemeslná. V případě výroby pomocí průmyslově technologie jsou pro přípravu klád na stavbu využívána výrobní linky. Dřevo používané u tohoto druhu výstavby je mokré nebo technicky vysušené. Důležité komponenty pro stavbu jsou vyráběny dle šablon. Na přání zákazníka jsou profily klád upravovány na různé tvary jako například obdélník, kruh a další. Spojení u průmyslově vyráběných klád je prováděno způsobem péro drážka nebo tupými spoji, které nejsou konstrukčně tolik pevné. Při výstavbě z takto vyrobených klád je velká rozměrová přesnost, a proto mohou být jednotlivé kusy mezi sebou zaměněny. Výhodou této technologie je montáž na místě stavby a menší náklady na hrubou stavbu oproti řemeslné výrobě. Nevýhodou je použití klád malých

průměrů, to má za následek nízkou požární bezpečnost a špatné tepelně technické vlastnosti. [1]

Druhým typem technologie je řemeslná výroba. Tento způsob výstavby je založen na ruční práci. Klády jsou ručně zbavovány kůry a opatřené výřezy. V tomto případě se postupem času projeví přesnost a odbornost při zpracování materiálu. Je zachován původní kruhový tvar materiálu. Díky tomuto způsobu zpracování je každý kus originál a nelze jednotlivé klády mezi sebou zaměňovat. Výhodou technologie je maximální využití materiálu. Zpracování je prováděno s nízkým procentem energetické náročnosti. Pro stavbu jsou používány velké průměry klád, které pozitivně ovlivňují výsledné vlastnosti domu. [1]

Po dokončení sestavení stěn srubu musí být následně zaizolována podélná mezera mezi jednotlivými kládami. To je prováděno za pomoci speciálních tmelů nebo opatřením zubařských kružítek po délce. Vnitřní i vnější stěny z klád musí být opatřeny nátěrem. [1]

Vlastnosti

Velkou výhodou srubu z klád je zajištění přirozeného klima ve stavbě. Dřevo dokáže pohlcovat přebytečnou vlhkost a následně ji vypouštět. S tepelně-technickými vlastnostmi je to u srubu složité. Velké rozdíly se nacházejí při použití různého typu dřeva, které má jinou hustotu a tím je ovlivněna tepelněizolační vlastnost. Součinitel prostupu tepla v tomto případě je stanovován jen na základě pokusů. Mezi málo prozkoumané vlastnosti srubů patří i požární bezpečnost. V tomto případě existují konkrétní čísla jen pro konkrétní experimenty. [1]

Poškození a škůdci

Při přípravě klád na srub hrozí nebezpečí napadení nedostatečně vysušeného dřeva plísněmi. V interiéru srubů plíseň poukazuje na problém s vlhkostí. Další poškození je dřevo-zbarvujícími houbami, napadají klády a zbarvují je nebo rozkládají mrtvé dřevo. Odstranění je možné jen za pomoci biocidních prostředků. Poškození srubu může být způsobeno abiotickými činiteli, jako je například sluneční záření a povětrnostní

podmínky. Proto je velice nutné opatřit klády nátěry, proti tomuto poškození. [1] [6 str.149]

Mezi škůdce poškozující dřevo patří především dřevokazný hmyz. Hlavními zástupci jsou především tesařci a červotoči. Kladou svá vajíčka do prasklin dřeva, po vylíhnutí larvy hlodají dřevo a vytvářejí chodbičky. Jedinou ochranou je hloubková impregnace. [1]

Slámové domy

Jsou stavěny pomocí balíků ze slámy. Ty jsou vyráběny ze stébel různých obilovin, jako je například pšenice a žito. Největší zastoupení mají balíky z pšeničné slámy. Balíky jsou vytvořeny na poli pomocí lisu, který je tažen za traktorem. Podle druhu zařízení můžeme rozeznávat dva tvary balíků. Klasický velký hranatý balík anebo kulatý balík, který musí být následně převazován na hranatý tvar. Nastavením tohoto lisu můžeme ovlivnit rozměry balíku a jeho objemovou hmotnost. Hotový slisovaný balík je svázaný motouzy nebo sisaly. Kvalitu balíků ovlivňuje použité zařízení a dostatečné odstranění zrn ze stébel. [7]

Vlastnosti slaměných balíků

Kvalita balíku ve velké míře ovlivňuje její nosnost. Při výstavbě se musí počítat s mírným sesedáním konstrukce. Sláma má díky svému chemickému složení na povrchu vrstvu, která odpuzuje vlhkost. Balíky se proti vlhkosti musí chránit. Při zabudování do konstrukce se vlhkost slaměných balíků musí měřit, aby nedošlo k napadením plísněmi. Mezi největší klady slaměných balíků patří tepelně-izolační vlastnosti. Slámové balíky dokáží zajistit velmi dobrou tepelnou ochranu, ale vodivost slámy nelze přesně měřit. Slámové balíky opatřené z obou stran omítkou dokážou vytvořit neprůzvučnou konstrukci. Sláma také vykazuje nízkou schopnost akumulace tepla. Využívá se v interiéru a zabezpečuje tepelnou stabilitu.

Poškození a škůdci

Poškození balíků může nastat několika způsoby. Velká vlhkost, hořlavost a plísně. Vlhkost v balících je doposud zkoumána a je dělena do dvou skupin. Nejprve vlhkost způsobená deštěm a odstříkující vodou. Dešťová voda musí být odváděna od stavby, pokud stěna navlhne, musí být provedena kontrola stavu balíků a popřípadě provedena výměna vlhkých balíků. [3]

Ochranou proti dešti je výběr vhodné omítky. Ochranou proti odstříkující vodě je sokl z nenasákavých materiálů. Do druhé skupiny patří kondenzace vody. Ke kondenzaci dochází při rozdílu teplot uvnitř a vně konstrukce následkem prostupu vodních par interiérem. Množství vlhkosti v balíku závisí na množství par, které se do konstrukce dostanou. Stále chybí srovnání domů s použitím parobrzdy a bez použití. V místech tepelných mostů v konstrukci dochází k navlhání slámy. K navlhání dochází jen v těsné blízkosti a nedochází k šíření do celé konstrukce. [7]

V koupelnách se vlhkosti zabraňuje nátěry z lněného oleje s přísadou včelího vosku. Poškození stavby může nastat i požárem. Největším rizikem požáru slaměného domu je sláma mimo svázané balíky. Požáry jsou zaznamenány hlavně u rozestavěných domů s nezabudovanou slámou. Balíky nepředstavují tak velké riziko požáru. Při slisování dochází k vytlačení kyslíku z balíku a v konečném stavu balíku obsahuje minimum tohoto plynu. Pokusy byly provedeny i na zabudovaných a volně ležících balících. Výsledkem bylo jen doutnání tohoto materiálu. Pokud je balík omítnutý z obou stran povrch vytvoří nehořlavou konstrukci. [7]

Mezi největší škůdce slaměných balíků patří hlodavci. Slámu nevyhledávají za účelem potravy, ale tvoří si v ní chodby a své skrýše. Jediným lákadlem pro hlodavce se stávají stébla, která nebyla dostatečně zbavena zrn. Po nanesení hliněné omítky na slaměnou konstrukci, se stávají stěny pro hlodavce nezajímavé. [5 str.7]

Dalšími škůdci slaměných balíků je hmyz. Napadá vlhké slámové balíky a jejich potravou se stávají plísně. Suchou konstrukci hmyz nenapadá. [7]

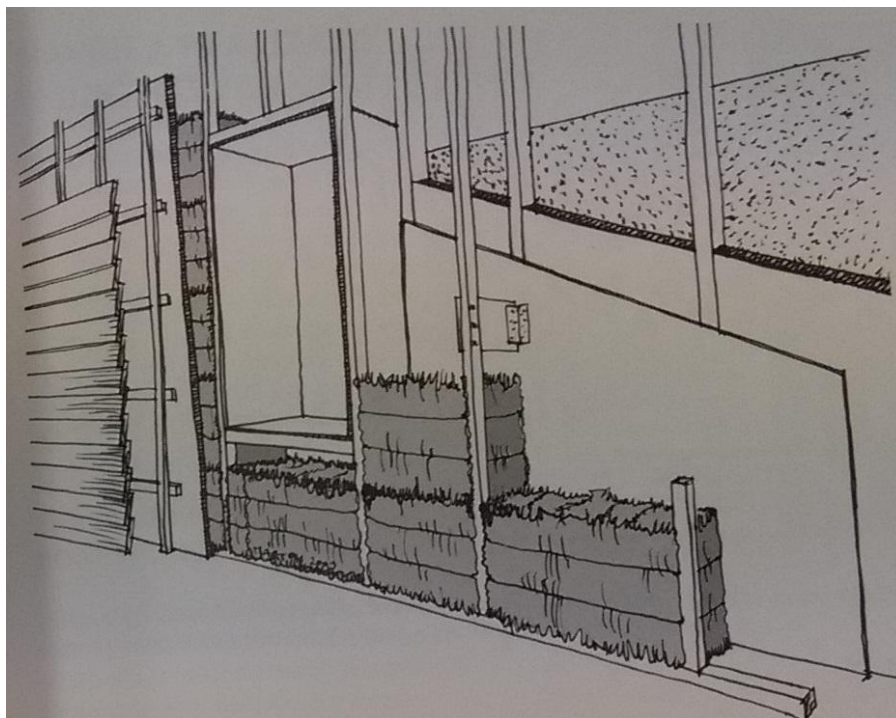
Výstavba z balíků slámy

Základem výstavby každého slaměného domu jsou balíky slámy. V kapitole jsou stručně popsány nosné a nenosné systémy domů ze slámy. Na závěr je uveden způsob zateplení různých konstrukcí za pomoci balíků ze slámy.

Nosný systém vytvořený ze slaměných balíků patří mezi vývojově nejstarší. Pochází z amerického státu Nebraska. Pro tento typ jsou vybudované základy, na které se následně kladou balíky slámy. Způsob pokládky je stejný jako u cihel, musí být dodržovány vazby pro zabezpečení pevnosti systému. Tímto způsobem se vyskládají stěny do úrovně stropu. Místo věncovky jako u klasické zděné technologie je položen dřevěný věnec na poslední vrstvu balíku. Pro zajištění stability je celý systém zpevněn provazem, který je zachycen u základů a převeden přes věnec na opačnou stranu. Pro větší zpevnění stěn lze do základů zabudovat ocelové tyče, na které se balíky napichují a průběžně, lze do celého systému pro lepší soudržnost zabodávat dřevěné tyče. Domy budované tímto způsobem mohou být až dvoupatrové. Všechno zatížení od stropu a střechy je přenášeno do obvodových stěn. Otvory pro okna a dveře jsou vytvořeny vynechávkou pokládky a jsou opatřeny dřevěnými deskami. Omítka domu z obou stran je vytvořena pletivem a potažena hliněnou omítkou. [4]

Nenosný systém ze slaměných balíků (Obrázek 1) je tvořen základovou konstrukcí, na které je vybudovaný lehký nebo těžký dřevěný nebo ocelový skelet, který je po vrstvách vyplňován balíky slámy. Konstrukce je vytvořena tak, aby bylo nutné balíky mezi skelet násilím natlačit. Tímto způsobem se vytvoří pevná nosná konstrukce. Věnec konstrukce tvoří vodorovná deska, která je součástí skeletu. Na tuto konstrukci je vybudovaný dřevěný strop a osazena střecha. Vnitřní a vnější obvod celé konstrukce se opatří OSB deskami nebo našikmo nabitými dřevěnými deskami. Omítky jsou ve většině případů tvořeny hlínou. Otvory pro okna jsou vybudovány současně se skeletem a nejsou osazeny slámovými balíky. Příčky v domě jsou tvořeny skeletem a osazeny slámou, anebo jsou budovány hliněné příčky. [4]

Obrázek 1 Nenosný systém ze slaměných balíků [8]



Balíky slámy jsou využívány i pro zateplení obvodových stěn, stropů, podlah a střech domů postavených klasickou zděnou technologií.

Při zateplení domů slaměnými balíky musí být vytvořena širší základová konstrukce, který bude sloužit pro osazení první vrstvy balíků. Následně jsou balíky skládány na sebe bez dodržování vazeb a kotveny. Povrchová úprava se provádí za pomoci dřevěných desek, mezi kterými musí být vytvořena mezera nebo omítkami. [4 str.204]

Zateplení podlahy v nejnižším podlaží se provádí tak, aby nedošlo ke styku zeminy a slámy. Balíky jsou vyrovnány v celé podlahové ploše a následně jsou opatřeny záklopem, ve kterém je vytvořena vzduchová mezera. Stejným způsobem se provádí zateplení stropů a střech. Před pokládkou musí být ověřena vlhkost v konstrukci, aby nedošlo k hnilobě celého systému. [4 str.205]

2.2.3 OBYTNÉ CELKY Z PŘÍRODNÍCH MATERIÁLŮ

Bakalářská práce nese název obytné celky z přírodních materiálů. Proto se tato kapitola zabývá tím, zda je vhodné takto budovat domy, a pokud ano, jakou mají takové obytné celky budoucnost. Touto tematikou se odborná literatura v širším měřítku

nezabývá. Pro využití výstavby obytných celků z přírodních materiálů by bylo třeba, aby se touto problematikou zabývaly specializované firmy.

Obytnými celky se rozumí skupina rodinných domů, dvojdomků nebo řadové domy. Stavební firmy se specializují na výstavbu například srubových dvojdomků a vznikají ojedinělé projekty, které budují zástavbu rodinných domů z přírodních materiálů. Jedním z příkladů je Sluneční ulice v Hradčanech u Brna.

Zde vznikl nápad vybudovat zástavbu nízkoenergetických domů. Hlavním cílem bylo vytvořit příjemné přírodní prostředí, kde by byly zbudovány stavební firmou hrubé stavby s důrazem na ekologii. Projekt byl založen na originalitě každé stavby a jednotné měly být jen zelené střechy. Po vykalkulování všech nákladů výsledná cena všechny případné zájemce odradila. Po vyhotovení nového projektu se pozemky prodávaly samostatně s jediným požadavkem. Pro zajištění jednotnosti musel projektovat Aleš Brothánek. Dnes v lokalitě stojí hybridní dřevostavba s hliněnými příčkami a další objekty jsou ve výstavbě. Jedná se především o nízkoenergetické stavby a několik z nich jsou stavby z balíků slámy. Proces výstavby těchto domů je nejen finančně náročný, ale na českém trhu chybí zkušenosti, specializované firmy a materiál. [8]

Už z toho pohledu, že všechny stavby z přírodních materiálů jsou velmi atypické nejen svým vzhledem, ale i vlastnostmi použitého materiálu, nebudou ani do budoucna využívány pro stavbu velkých obytných celků. Z urbanistického hlediska se budování větších obytných celků nehodí mezi běžnou zástavbu. Obytné celky v podobě srubů, by se měly budovat především v horských oblastech, což je pro ně typické umístění. Stavby roubenek se hodí například do oblasti Českomoravské vrchoviny. Co se týká domů ze slaměných balíků, nemají v naší zemi žádné historické základy. Technologie výstavby pochází z amerického státu Nebraska. Proto obytné celky ze slaměných domů mají v naší republice urbanistické omezení. Myšlenka výstavby větších obytných celků z ryze přírodních materiálů je z ekologického hlediska velice přínosná, ale vzhled staveb by se měl více přiblížit klasické zástavbě.

2.3 SROVNÁNÍ VLASTNOSTÍ PŘÍRODNÍCH MATERIÁLŮ S PRŮMYSLOVĚ VYRÁBĚNÝMI

Rozvoj průmyslově vyráběných stavebních materiálů začal s průmyslovou revolucí a oběma světovými válkami. Lidé odcházeli za prací do měst a nastala poptávka po bydlení. Proto vznikly panelové domy, které byly stavěny za pomoci průmyslových stavebních materiálů. Už nebyl kladen důraz na jednotu výstavby. Šlo především o poměr velikosti stavby a rychlosti její výstavby. V této době nebyl sledován dopad na životní prostředí. [2 str.9]

Kapitola se zabývá přírodními a průmyslově vyrobenými materiály jejich kvalitou, kvalitou při zpracování a jejich následnou likvidací. Na trhu nalezneme velmi široký sortiment stavebních materiálů. Je tedy zapotřebí uvést jednoduché rozdělení, včetně základních zástupců.

Přírodní materiály jsou získávané v přírodě. Materiál, který je vytěžen může být ihned používán na stavbě. Opakem přírodních materiálů jsou průmyslově vyráběné materiály. K jejich výrobě jsou zapotřebí suroviny z přírody, ale jejich zpracování je mnohem energicky náročnější.

2.3.1 KVALITATIVNÍ SROVNÁNÍ

V tabulce (Tabulka 2) jsou pro srovnání uvedeny vlastnosti konkrétních materiálů.

Tabulka 2 – Srovnání hliněné a štukové omítky [4] [9]

Vlastnost	Hliněná omítka	Štuková omítka
Požární odolnost	Nehořlavá	Nehořlavá
Součinitel tepelné vodivosti	1,1 (W/m-K)	0,47 (W/m-K)
Voděodolnost	NE	ANO
Pevnost v tlaku	2,2 MPa	3,5-7 MPa
Klima	Udržuje zdravé klima v budově	Není zdravotně závadná

Objemová hmotnost	2000 kg/m ³	1300-1500 kg/m ³
Ochrana zdraví při práci	Nejsou zapotřebí žádné ochranné pomůcky	Ochranné rukavice

Vlastnosti materiálů se především liší v pevnosti u přírodních materiálů je nízká a u průmyslových několikanásobně vyšší. To je dáno způsobem výroby materiálů a možností přidávat různé chemické látky, které dokážou vlastnosti materiálu ovlivňovat. Průmyslově vyráběné materiály jsou vyráběné podle potřeb zákazníka a lze je zlepšovat. U přírodních materiálů musíme využít vlastnosti, které mají nebo je ovlivnit přísadou chemické látky.

Co se týká manipulace s materiály, u přírodních materiálů není zapotřebí používat ochranné pomůcky oproti průmyslově vyráběným. Přírodní materiály dokážou zútulnit interiér a pozitivně ovlivnit jeho klima.

2.3.2 ENERGETICKÁ NÁROČNOST VÝROBY MATERIÁLŮ

Se zvyšováním počtu obyvatel souvisí zvyšování potřeby po stavebních materiálech. Lidé chtějí rychle a levně stavět. K tomuto procesu jsou zapotřebí stavební materiály. Mezi nejvíce používané patří průmyslově vyráběné materiály. S pokrokem a výzkumem lidstva se začalo přihlížet na ekologickou stránku výroby těchto materiálů a nastala poptávka po alternativách. Proto se lidé znovu obrací do přírody a hledají přírodní obnovitelné zdroje, které by při výrobě na stavební materiál nezatěžovaly v takové míře naše prostředí. Jedním z důvodů hledání nových ekologických materiálů je velký výskyt různých civilizačních chorob a alergií. Mezi největší výhody přírodních stavebních materiálů patří jejich zdravotní nezávadnost. Výroba a zabudování těchto surovin do konstrukce neklade tak velké nároky na energii. Vlastnostmi se mohou rovnat průmyslově vyráběným materiálům. Jejich jedinou nevýhodou je, že u nás stále u některých materiálů chybí pracovní postupy pro výstavbu. [4]

V tabulkách (Tabulka 3, 4) je uvedeno několik průmyslových stavebních výrobků v porovnání s přírodními materiály. Červeně jsou označeny nejnižší hodnoty.

Tabulka 3 – Srovnání omítek [4]

Název materiálu	ρ [kg/m ³]	PEI [MJ/kg]	GWP [kg CO ₂ ekv/kg]	AP [kg SO ₂ ekv/kg]
Hliněné omítky	1700	0,360	-0,045	0,00013
Sádrové omítky	1300	2,560	0,128	0,00045
Vápenná omítka	1000	2,560	0,130	0,00045

Tabulka 4 – Srovnání konstrukčních materiálů [4]

Název materiálu	ρ [kg/m ³]	PEI [MJ/kg]	GWP [kg CO ₂ ekv/kg]	AP [kg SO ₂ ekv/kg]
Dřevo sušené na vzduchu	540	1,890	-1,409	0,00124
Dřevo sušené technicky	500	2,720	-1,490	0,00161
Děrované cihly	800	2,490	1,760	0,00055

Výsledné hodnoty u přírodního materiálu jsou mnohonásobně nižší než u průmyslově vyráběných materiálů. Nízké hodnoty vypovídají o energetické náročnosti, která je nutná při výrobě materiálů.

2.3.3 LIKVIDACE MATERIÁLŮ

Největší výhodou přírodních materiálů je jejich recyklovatelnost. Při výrobě přírodních stavebních materiálů vzniká odpad, který lze dále využívat na výrobu dalšího materiálu pro stavebnictví nebo jako palivo. Materiály lze pálit ve výtopnách a získávat z nich další energie. Může se kompostovat.

U průmyslově vyrobených materiálů je likvidace složitá a v některých případech i energeticky náročná. Pro likvidaci stavebních materiálů existují zákony, vyhlášky a nařízení. Pokud je to možné, materiály se třídí, poté drtí a jsou dále využívány ve stavebnictví nebo jiném oboru. V některých případech není recyklace možná a materiály jsou pouze ukládány na speciální místa. V dnešní době se touto službou zabývá mnoho odborných firem.

2.4 ROZPOČET STAVEBNÍHO DÍLA

Praktická část práce stanovuje rozpočet na jednotlivé konstrukce stavby. Proto tato kapitola stručně představí rozpočet a způsob jeho sestavení.

Rozpočet slouží k sestavení ceny ve stavebnictví. Slouží jako nabídková cena pro dodavatele nebo jako orientační cena nabídnutá investorovi. Sestavuje se na základě navrhnuté konstrukce a technologie stavby. Vychází především z projektové dokumentace, která je rozepsána do jednotlivých položek a na základě výkazu výměr je sestaven rozpočet.

2.4.1 ZÁKLADNÍ PODKLADY ROZPOČTU

Důležitým podkladem pro sestavení rozpočtu stavby je projektová dokumentace, pomocí které, si rozpočtář může sestavit výkaz výměr. Pro ocenění jednotlivých materiálů a stavebních prací slouží katalog se směrnými cenami nebo interní ceník. [10]

2.4.2 SESTAVENÍ ROZPOČTU

Rozpočet se zhotovuje jako návrh ceny zakázky na stavební dílo pro dodavatele. Dnes se sestavuje v rozpočtářských programech. V rozpočtu jsou stanoveny ceny za materiály, práce, polotovary, dopravu, stroje a další. V projektu mohou být oceněny všechny práce spojené s průzkumem a přípravou staveniště, inženýrská činnost a zařízení staveniště.

Sestavení rozpočtu ve stavebnictví oproti ostatním odvětví je velmi specifické. Musí se zohlednit odlišnosti, jako jsou například: různé druhy použitých materiálů, individualita. Velkou odlišností od ostatních je, že stavba je stacionární a výroba se přesunuje za ní. Každá stavba je jinak konstrukčně a situačně řešena, to souvisí

i s jinými výrobními procesy. Jsou zde jiné staveništní podmínky. To vše musí být do rozpočtu zahrnuto. [10]

Prvním krokem při sestavování rozpočtu je sestavení výkazu výměr. Aby byl, co nejpřesnější musí být dokumentace kvalitní a podrobná. Musí zde být jednoznačný způsob měření stavebních konstrukcí a prací. Jakákoliv chyba se projeví v cenové nabídce a může pro firmu znamenat i finanční ztrátu na zakázce. Sestavování rozpočtu musí být podle stanovených pravidel pro zpětnou kontrolu od investora. Například při výpočtu ve výkazu výměr musí být dodržen vzorec:

$$\text{výměra} = \text{délka} \times \text{šířka} \times \text{výška}$$

Pravidlo není závazné. Každá položka v rozpočtu je opatřena číselným kódem dle TSKP a podle tohoto čísla jsou položky v rozpočtu členěny do kapitol stavebních prací, jako například kapitola zemní práce. Dále je zde stručný popis, měrná jednotka a množství celkem, jednotková cena a cena celkem. Na závěr jsou uvedeny normohodiny u montáží a prací. U materiálu je uvedena celková hmotnost v tunách. [10]

Jednotkové ceny jsou stanoveny na základě kalkulačního vzorce. Ten obsahuje náklady přímé, nepřímé a zisk. Mezi náklady přímé patří materiály, mzdy výrobních dělníků, náklady na stoje používané ve výrobě, a s tím související provozní hmoty a odpisy. Nepřímé náklady jsou výrobní a správní režie. Pro ně si určíme procentuální přírážku k námi zvolené základně. [11]

Jednotlivé ceny jsou v rozpočtu uváděny bez DPH. Pro položky, které obsahují pouze stavební práci, se musí stanovit specifikace materiálu.

Celková cena za položku se vypočte:

$$\text{Cena celkem [Kč]} = \text{množství [m.j.]} \times \text{jednotková cena [Kč/m.j.]}$$

Celková hmotnost se vypočte:

$$\text{Hmotnost celkem [t]} = \text{množství [m.j.]} \times \text{jednotková hmotnost [t/m.j]}$$

Rozpočet tedy obsahuje hlavní stavební výrobu (HSV), přidruženou stavební výrobu (PSV) a montážní položky (M). Každá ze zmíněných položek je dále rozdělena na dodávku a montáž. K položkám HSV a PSV je pro každou stanoven jeden přesun hmot. [9]

Celková dokumentace rozpočtu obsahuje krycí list rozpočtu, rekapitulaci rozpočtu, rozpočet s výkazem výměr i bez výkazu výměr.

3 SROVNÁNÍ VLASTNOSTÍ VÝSTAVBY RODINNÉHO DOMU Z ALTERNATIVNÍCH STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ V KONKRÉTNÍCH PŘÍPADECH

3.1 STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA PROJEKTU

Práce se zabývá analýzou nákladů odlišných technologií výstavby. Srovnání se týká domů z přírodních materiálů, kde hlavním zástupcem je srub a slámový dům a proti tomu dřevostavba, která je z velké části tvořena průmyslově vyrobenými materiály. Dům z balíků je konstrukčně řešen jako dřevostavba. Nosnou část jeho konstrukce tvoří dřevěný skelet a balíky slámy tvoří tepelnou izolaci. Srovnání nákladů bude provedeno pro tři části domů. Patří mezi ně konstrukce podlahy, vnějších stěn a střešní konstrukce. Základním podkladem výkazu výměr bude poskytnutá dokumentace, která je přiložena [Příloha R,S,T] , týkající se výstavby domu z balíků slámy.

3.1.1 CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH TECHNOLOGIÍ VÝSTAVBY

Dům z balíků ze slámy

Tento dům si nechala postavit rodina Bílková v Huslích v Jihomoravském kraji. Dům má obdélníkový půdorys o rozměrech 11,56 x 7,12 metru. Je nepodsklepený s jedním nadzemním patrem a podkrovím (Obrázek 2)

Obrázek 2 – Rodinný dům z balíků slámy v Huslích [Ing. Jan Bílek]



Podlaha

Konstrukce podlahy je postavena na vzniklých pilířích ze ztraceného bednění. Takto se mezi první vrstvou podlahy a rostlým terénem vytvořila vzduchová mezera. Nad touto mezerou je vytvořen záklop z OSB desek na ni je položena hliněná omazávka. Izolace podlahy je tvořena slaměnými balíky o rozměrech 340x460x730 mm. Balíky jsou kladeny mezi podlahové trámy a jsou zaklopeny OSB deskami. Nášlapná vrstva podlahy je vytvořena z palubek o tloušťce 28 mm a pod ni je kladena kročejová izolace z dřevovláknitých desek.

Stěny a štít

Základní kostrou stavby je dřevěný skelet. Z venkovní strany jsou stěny a štít zpevněny našikmo pobíjenými deskami. Z vnitřní strany domu je skelet vyplňován balíky slámy o rozměrech 340x450x750 mm. Následně je nanášena jádrová omítka z hlíny, jílu a vyztužena rákosem. Hladká omítka je zhotovena z pytlované hliněné suché směsi značky Picas. V místě, otvorů pro okna a dveře je skelet opatřen dřevěnou obdélníkovou konstrukcí, do které se následně osadí truhlářské prvky. Dveře a okna jsou zhotovena na přání rodiny ze dřeva. Izolaci u těchto prvků je zabezpečena ovčí vlnou. Štít je z venkovní strany opatřen pobitím z palubek.

Střecha

Zastřešení domu je tvořeno sedlovou střechou s vaznicovou soustavou. Krokve jsou z vnitřní strany pobíjeny OSB deskami, které vytvoří záklop. Následně jsou na záklop kladeny balíky slámy, které slouží jako izolant. Další vrstva je vytvořena hliněnou omazávkou, závětrná, latě, kontralatě a následně je položena keramická krytin

Srubová konstrukce

Podlaha

Skladba vrstev podlahy byla navržena následovně. První vrstva na rostlé zemině je hutněný štěrkopísek následuje železobetonová základová deska, asfaltová hydroizolace, polystyren EPS, separační fólie a cementový potěr. Nášlapná vrstva a kročejová izolace bude zachována ze slaměného domu, proto do rozpočtu nebude započítána.

Obvodové nosné stěny

Jsou tvořeny opracovanými kládami, jsou opatřeny zářezy pomocí, které jsou do sebe usazovány. Do mezer mezi kládami jsou vkládány pásy izolace z ovčí vlny.

Střešní konstrukce

Pro tento projekt bude nosnou konstrukci střešního pláště tvořit soustava steico nosníků. Vnitřní podhledy budou vytvořeny z palubek a od tepelné izolace z konopí budou odděleny parozábranou. Následuje hydroizolace a laťování.

Dřevostavba

Podlaha

Stejná skladba jako pro srub.

Obvodové stěny

Nosnou část obvodových stěn tvoří dřevěný skelet ze stojek 60x160 mm a vzdáleností 600 mm od sebe. Mezi stojky je vkládána tepelná izolace. Vnitřní strana konstrukce je opatřena sádrovláknitými deskami s tepelnou izolací a exteriér je zhotoven z OSB desek a akrylátové omítky.

Střešní konstrukce

Pro tento projekt bude nosnou konstrukci střešního pláště tvořit soustava steico nosníků. Vnitřní podhledy budou vytvořeny ze sádrovláknitých desek. Mezi krokve budou vloženy tepelně izolační desky Isover. Steico nosníky budou z vnitřní a vnější strany opatřeny bedněním z OSB desek. Z vnější strany bude umístěna hydroizolace a sádrovláknité desky a OSB desky oddělí parozábrana.

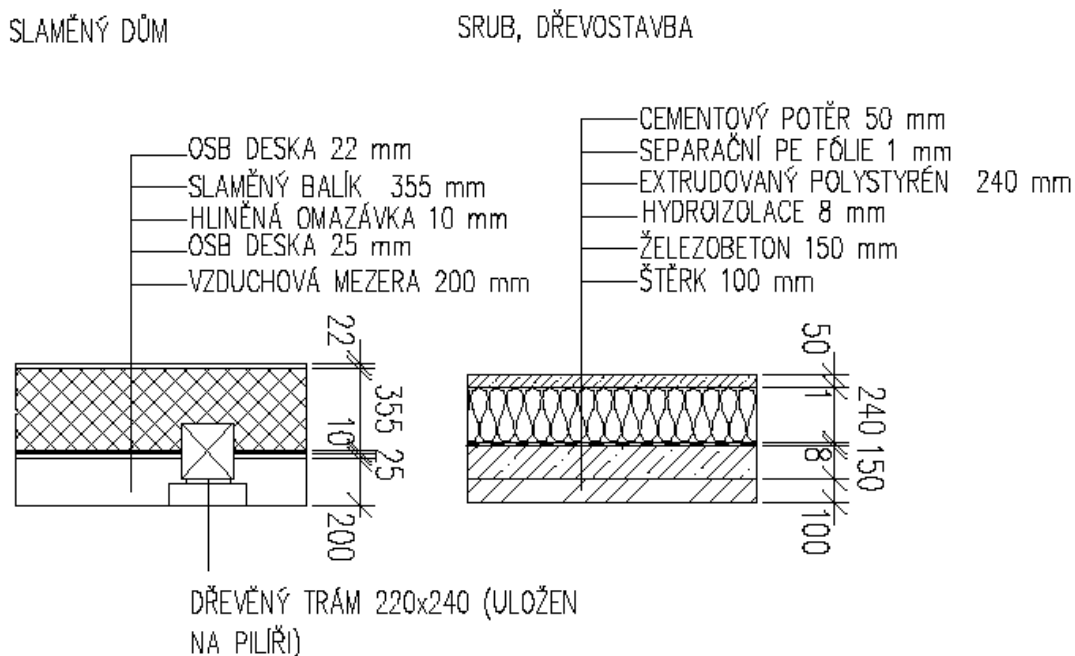
3.1.2 STANOVENÍ NÁKLADŮ

Tato kapitola se zabývá stanovením nákladů na domy zhotovené různými technologiemi výstavby.

Náklady jsou sestaveny na proporce domu z balíků slámy poskytnuté od Ing. Bílka. V rozpočtářském programu KROS byl sestaven rozpočet pro stanovení nákladů na podlahovou konstrukci, obvodové stěny a konstrukci střechy.

Konstrukce podlahy

Obrázek 3 – Konstrukce podlahy slaměného dům, srubu a dřevostavby [Vlastní tvorba]



Celková tloušťka konstrukce podlahy u slaměného domu je 612 mm u ostatních technologií 549 mm. Nosná konstrukce slaměného domu je řešena pomocí dřevěných trámů a v případě dalších je nahrazena železobetonovou deskou. Zateplení je v prvním případě provedeno slámovými balíky o tloušťce 355 mm, které jsou ze spodní a vrchní strany chráněny OSB deskami. Proti větší požární odolnosti je spodní OSB deska opatřena hliněnou omázkou. U druhé technologie je jako tepelná izolace použit extrudovaný polystyrén o tloušťce 240 mm a na něj je nanesen cementový potěr

oddělen separační vrstvou. Takto jsou technologie připraveny na položení nášlapné vrstvy.

I při různých tloušťkách konstrukcí byl u konstrukcí stanoven součinitel prostupu tepla $U = 0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$, který vyhovuje doporučené hodnotě pro pasivní domy $U_N = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$. [20]

Náklady na konstrukci podlahy (Tabulka 1.) jsou stanoveny pro slaměný dům, srubu a dřevostavbu.

Tabulka 5 – Náklady na konstrukci podlahy slaměného domu [Příloha B]

Popis	MJ	Množství	Jednotková cena	Celková cena
Impregnace řeziva proti dřevokaznému hmyzu, houbám a plísním máčením třída ohrožení 3 a 4	m ³	5,967	861,00 [12]	5 137,59
Spojovací prostředky pro montáž stěn, příček, bednění stěn	m ³	5,967	315,00 [12]	1 879,61
Podlahové kce podkladové z desek OSB tl 25 mm nebroušených na pero a drážku lepených	m ²	63,295	409,00[12]	25 887,66
Hliněná omazávka tl.10 mm,montáž+ materiál	m ²	63,286	167,00 [13]	10 568,76
Montáž izolace tepelné podlah volně kladenými rohožemi, pásy, dílci, deskami 1 vrstva	m ²	63,286	15,90 [12]	1 006,25
Slaměný balík 355x460x730 mm	m ²	69,614	86,10 [14]	5 993,77

Podlahové kce podkladové z desek OSB tl 22 mm nebroušených na pero a drážku šroubovaných	m ²	65,632	373,00 [12]	24 480,74
Montáž podlah z hraněného řeziva	m	283,600	90,00 [19]	25 524,00
řezivo jehličnaté omítané střed jakost I	m ³	2,538	4 840,00 [12]	12 283,92
řezivo jehličnaté hranol jakost I nad 120 cm ²	m ³	3,429	4 840,00 [12]	16 596,36
Přesun hmot tonážní pro dřevostavby v objektech v do 12 m	t	9,200	1 160,00 [12]	10 672,00

Tabulka 6 – Náklady na konstrukci podlahy srubu a dřevostavby [Příloha D]

Popis	MJ	Množství	Jednotková cena	Celková cena
Vyrovnávací cementový potěr tl do 50 mm ze suchých směsí provedený v ploše	m ²	65,632	507,00 [12]	33 275,42
Separační vrstva z PE fólie	m ²	65,632	15,40 [12]	1 010,73
Montáž izolace tepelné stěn a základů volně vloženými rohožemi, pásy, dílci, deskami 2 vrstvy	m ²	65,632	50,00 [12]	3 281,60
deska z extrudovaného polystyrénu BACHL XPS 300 SF 120 mm	m ²	144,390	616,00 [12]	88 944,24
Provedení izolace proti chemickým vlivům asfaltové pásy přitavené vodorovné 2 vrstvy	m ²	82,307	120,00 [12]	9 876,84

pás s modifikovaným asfaltem Sklodek 40 Special mineral	m ²	181,076	163,00 [12]	29 515,39
Základové desky ze ŽB odolného proti agresivnímu prostředí tř. C 25/30 XA	m ³	16,461	2 710,00 [12]	44 609,31
Podsyp pod základové konstrukce se zhutněním z hrubého kameniva frakce 8 až 16 mm	m ³	8,231	1 120,00 [12]	9 218,72
Přesun hmot tonážní pro dřevostavby v objektech v do 12 m	t	66,322	1 160,00 [12]	76 933,52

Celkové náklady (Tabulka 7). Ceny jsou stanoveny bez DPH.

Tabulka 7 – Celkové náklady na konstrukci podlahy [Tabulka 5,6]

	Ideální výsek		
	Slaměný dům	Srub	Dřevostavba
Celková cena konstrukce	140 030,66 Kč	296 665,77 Kč	
Celková plocha	82,30 m ²		
Cena za 1 m ²	1 701,47 Kč	3 604,69 Kč	

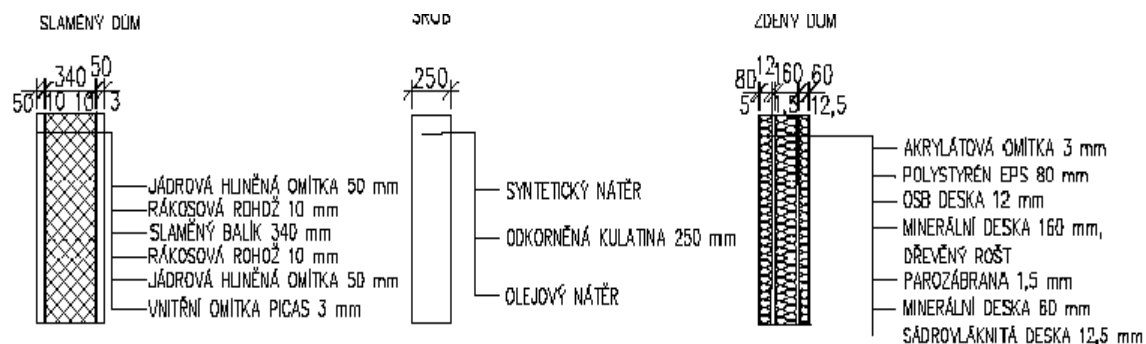
Vyhodnocení

Cena u slaměného domu je o 1 903 Kč za 1 m² nižší. Rozdíl v ceně je způsoben nízkými náklady za tepelnou izolaci a přesun hmot. Nejvyšší položku v rozpočtu tvoří spodní a vrchní záklop z OSB desek.

I přes stejný tepelný součinitel je vrstva tepelné izolace u srubu a dřevostavby o 115 mm menší a i tak dokáže stejně zaizolovat objekt jako přírodní materiál. Lepší vlastnosti průmyslově vyráběného tepelněizolačního materiálu jsou dány chemickými látkami, které ovlivňují vlastnosti a kvalitu materiálu.

Vnější obvodové stěny

Obrázek 4 – Konstrukce obvodové stěny slaměného domu, srubu a dřevostavby [Vlastní tvorba]



Nosnou část obvodových stěn u dřevostavby a slámového domu tvoří dřevěné desky a hranoly, které vytváří nosnou konstrukci, která je u srubového domu řešena kulatinou skládanou po jednotlivých vrstvách na sebe.

Zateplení je v prvním případě navrženo pomocí slaměných balíků, které jsou kladeny do dřevěného skeletu. Tloušťka izolace je 340 mm. U dřevostavby je izolace v celkové tloušťce 300 mm tvořená z minerálních desek a pěnového polystyrénu. Srub nemá řešenou žádnou tepelnou izolaci. Pouze do mezer vytvořených při ukládání klád na sebe jsou vkládány pásy z ovčí vlny. Omítky jsou u slámového domu řešeny hliněnou pytlouvanou směsí nanášenou na rákosový rošt. Dřevostavba má pohledové stěny tvořené z akrylátové omítky z vnější strany a v interiéru je opatřen sádrovláknitou deskou. Celková tloušťka omítek je u slámového domu 128 mm. Což je mnohonásobně více než u klasické dřevostavby. U slámového domu tato vrstva zajišťuje vyšší tepelně izolační vlastnosti a ochranu proti požáru. U dřevostavby jsou omítky řešeny pomocí průmyslově vyráběných směsí. Srubová technologie má stěny z kulatiny z obou stran opatřeny nátěry proti škůdcům.

Celková tloušťka u slámového domu 488 mm, srub 250 mm a dřevostavba 329 mm.

I při různých tloušťkách konstrukcí byl u slámového domu stanoven součinitel prostupu tepla $U = 0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$ a pro dřevostavbu $U=0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$, oba vyhovují

doporučené hodnotě pro pasivní domy $U_N = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$ Tepelný součinitel pro srub se stanovuje velice obtížně, nezáleží na tloušťce srubové stěny, ale především na hustotě dřeva, stáří a mnoha dalších faktorech. Pro tento typ technologie proto nebyl stanoven tepelný součinitel. V tomto případě lze srovnat tepelný součinitel pro dřevostavbu klasickou a zateplenou balíky ze slámy. Hodnota součinitele se liší o jednu setinu, což nezpůsobuje tak velký rozdíl. Pro dřevostavbu by muselo být přidáno 20 mm tepelné izolace, aby dosáhla stejné hodnoty. I přesto je konstrukce obvodové stěny u dřevostavby o 159 mm menší. Rozdíl je způsoben nižší hodnotou tepelného součinitele u průmyslově vyráběné tepelné izolace. To má za následek poměrně nízkou tloušťku stěny. [20]

Náklady na konstrukci podlahy (Tabulka 8,9,10) jsou stanoveny pro slaměný dům, srubu a dřevostavbu.

Tabulka 8 – Náklady na konstrukci obvodové stěny slaměného domu [Příloha F]

Popis	MJ	Množství	Jednotková cena	Celková cena
Hliněná omítka vnitřní Picas 3 mm, materiál + montáž	m ²	102,031	176,00 [13]	17 957,46
Rákosová rohož montáž+materiál	m ²	221,919	76,00 [13]	16 865,84
Jádrová hrubá hliněná omítka tl. 50mm	m ²	221,104	203,00 [13]	44 884,11
Jádrová hrubá hliněná omítka tl. 25 mm mezi dřevěné bednění	m ²	59,551	143,00 [13]	8 515,79
Slaměné balíky 340x460x730 montáž+ materiál	m ²	104,861	161,00 [12,14]	16 882,62

Montáž tesařských stěn na hladko s ocelovými spojkami z hraněného řeziva průřezové plochy do 120 cm ²	m	133,300	62,70 [12]	8 357,91
řezivo jehličnaté omítané střed jakost I	m ³	1,958	4 840,00 [12]	9 476,72
Montáž tesařských stěn na hladko s ocelovými spojkami z hraněného řeziva průřezové plochy do 224 cm ²	m	82,600	72,00 [12]	5 947,20
řezivo jehličnaté hranol jakost I nad 120 cm ²	m ³	0,774	4 840,00 [12]	3 746,16
Montáž tesařských stěn na hladko s ocelovými spojkami z hraněného řeziva průřezové plochy do 120 cm ²	m	458,000	62,70 [12]	28 716,60
řezivo jehličnaté omítané střed jakost I	m ³	1,832	4 840,00 [12]	8 866,88
Spojovací prostředky pro montáž stěn, příček, bednění stěn	m ³	9,060	315,00 [12]	2 853,90
Impregnace řeziva proti dřevokaznému hmyzu, houbám a plísním máčením třída ohrožení 3 a 4	m ³	9,060	861,00 [12]	7 800,66
Přesun hmot tonážní pro dřevostavby v objektech v do 12 m	t	13.795	1 160,00 [12]	16 002,20

Tabulka 9 – Náklady na konstrukci obvodové stěny srubu [Příloha H]

Popis	MJ	Množství	Jednotková cena	Celková cena
Montáž tesařských stěn na hladko z kulatiny	m	764,030	116,00 [12]	88 627,48
Kulatina odkorněná průměr 25 cm	m	840,433	468,80 [17]	393 994,99
Montáž izolace tepelné stěn a základů volně vloženými rohožemi, pásy, dílci, deskami 1 vrstva	m ²	764,030	27,00 [12]	20 628,81
Izolační pásy z ovčí vlny	m	840,433	95,00 [18]	79 841,14
Nátěry olejové tesařských konstrukcí napuštění a 1x lakování	m ²	102,031	78,40 [12]	7 999,23
Nátěry syntetické tesařských konstrukcí barva dražší lazurovacím lakem 1x lakování nebo napuštění	m ²	119,887	42,90 [12]	5 143,15
Přesun hmot tonážní pro dřevostavby v objektech v do 12 m	t	8,594	1 160,00[12]	9 969,04

Tabulka 10 – Náklady na konstrukci obvodové stěny dřevostavby [Příloha J]

Popis	MJ	Množství	Jednotková cena	Celková cena
Tenkovrstvá akrylátová rýhovaná omítka tl. 3,0 mm včetně penetrace vnějších stěn	m ²	119,887	270,00 [12]	32 369,49
Montáž zateplení vnějších stěn z polystyrénových desek tl do 80 mm	m ²	119,887	449,00 [12]	53 829,26
deska z pěnového polystyrenu EPS 70S, 1000 x 500 x 80 mm	m ²	131,876	169,00 [12]	22 287,04
Montáž izolace tepelné stěn připevněné sponkami parotěsné reflexní tl do 5 mm	m ²	119,887	37,60 [12]	4 507,75
parozábrana foliová ISOVER VARIO KM duplex UV 40000x1500 mm	m ²	131,876	60,50 [12]	7 978,50
Obložení stěn z desek OSB tl 12 mm na sraz přibíjených	m ²	119,887	226,00 [12]	27 094,46
Montáž izolace tepelné stěn a základů volně vloženými rohožemi, pásy, dílci, deskami 1 vrstva	m ²	106,537	27,00 [12]	2 876,50
deska minerální izolační ISOVER FASSIL 600x1200 mm tl. 160 mm	m ²	117,191	392,00 [12]	45 938,87
Sádrovláknitá příčka tl 125 mm profil CW+UW 100 desky 1x12,5 TI 60 mm 20 kg/m ³	m ²	102,031	856,00 [12]	87 338,54
Montáž tesařských stěn na hladko z hraněného řeziva průřezové plochy do 120 cm ²	m	310,017	68,60 [12]	21 267,17

řezivo jehličnaté omítané střed jakost I	m ³	3,681	4 840,00 [12]	17 816,04
Impregnace řeziva proti dřevokaznému hmyzu, houbám a plísním máčením třída ohrožení 3 a 4	m ³	3,681	861,00 [12]	3 169,34
Spojovací prostředky pro montáž stěn, příček, bednění stěn	m ³	3,681	315,00 [12]	1 159,52
Přesun hmot tonážní pro dřevostavby v objektech v do 12 m	t	9,427	1 160,00 [12]	10 935,32

Celkové náklady (Tabulka 11)

Při výpočtu byly podle dokumentace odečteny otvory oken a dveří, které nejsou zahrnuty v celkové ploše. Ceny jsou stanoveny bez DPH.

Tabulka 11 – Celkové náklady na konstrukci obvodové stěny slaměného domu, srubu, dřevostavby [Tabulka 8,9,10]

	Ideální výsek		
	Slaměný dům	Srub	Dřevostavba
Celková cena konstrukce	196 874,05 Kč	606 203,84 Kč	338 567,80 Kč
Celková plocha	119,887 m ²		
Cena za 1 m ²	1 642,16 Kč	5 056,46 Kč	2 824,06 Kč

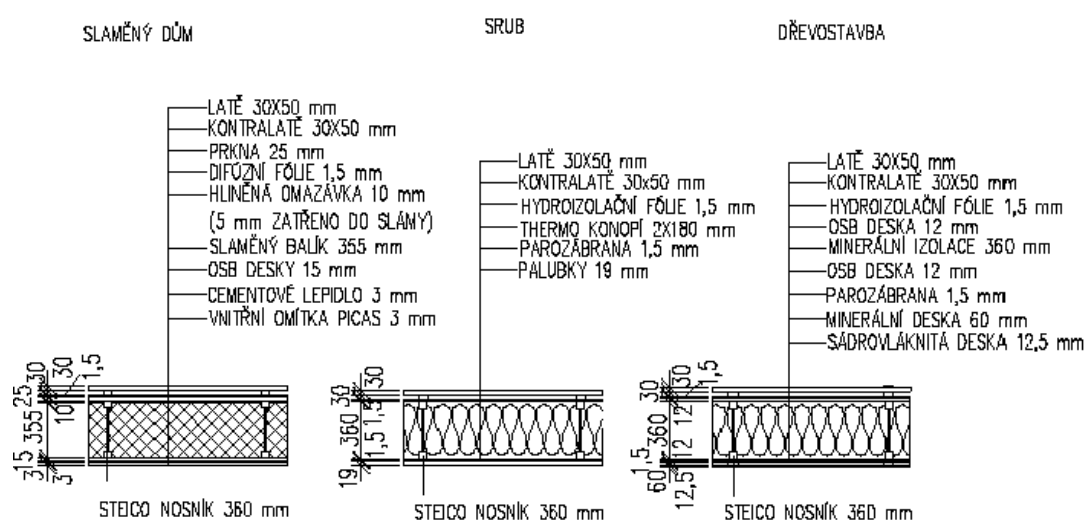
Vyhodnocení:

Nejvyšší cena za 1 m² byla stanovena pro srubovou technologii, která je zhotovena pouze z kulatiny. Zde je vysoká cena za materiál a následnou odbornou montáž. Naopak nejnižší cena za 1 m² je u slámového domu, který je zateplený

přírodními balíky ze slámy. Oproti tomu dřevostavba je o 1 182 Kč dražší. Největší cenovou položkou je sádkartonová stěna a montáž zateplení vnější stěn.

Střešní konstrukce

Obrázek 5 – Střešní konstrukce slaměného domu, srubu, dřevostavby [Vlastní tvorba]



Oproti dokumentaci je nosná dřevěná konstrukce nahrazena steico nosníky, které budou použity u všech technologií. V případě slaměného domu izolace řešená pomocí slaměných balíků, které jsou opatřeny z vnější strany hliněnou omazávkou. U dřevostavby je použita minerální vlna a pro srubovou technologii jsou nevrženy thermo konopné desky. Vnitřní povrchové úpravy jsou v prvním případě řešeny záklopem z OSB desek a nanesením hliněné omítky, u srubu záklopem ze smrkových palubek a sádrovláknitým podhledem pro dřevostavbu.

Tloušťka střešního pláště slámového domu 467,5 mm, srubu 451 mm a dřevostavby 519,5 mm.

U slaměného domu byl stanoven součinitel prostupu tepla $U = 0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$, dřevostavba $U = 0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$ a u srubu $U = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$. Vyhovují doporučené hodnotě pro pasivní domy $U_N = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$. Nejnižší tepelný součinitel má skladba střechy pro dřevostavbu, která má i největší tloušťku konstrukce. Oproti tomu nejvyšší tloušťku střešní konstrukce má srubová technologie. Slámový dům má nejvyšší hodnotu

tepelného součinitele. Oproti tomu celková tloušťka konstrukce je menší než u klasické dřevostavby. Hodnoty tepelného součinitele nejsou od sebe výrazně odlišné. Záleží na tloušťce použité tepelné izolace a hodnotě stanoveného tepelného součinitele. [20]

Náklady na konstrukci podlahy (Tabulka 12,13,14) jsou stanoveny pro slaměný dům, srubu a dřevostavbu.

Tabulka 12 – Náklady na střešní konstrukci slaměného domu [Příloha L]

Popis	MJ	Množství	Jednotková cena	Celková cena
Hliněná omítka vnitřní Picas 3 mm, materiál + montáž	m ²	88,022	176,00 [13]	15 491,87
Cementový postřík vnitřních stropů nanášený celoplošně ručně	m ²	88,022	71,20 [12]	6 267,17
Bednění střešních rovin z desek OSB tl 15 mm na pero a drážku šroubovaných na krokve	m ²	88,022	300,00 [12]	26 406,60
Montáž izolace tepelné střešních šikmých kladené volně mezi krokve slaměné balíky	m ²	88,022	26,50 [12]	2 332,58
Slaměný balík 355x460x730 mm	m ²	96,824	86,10 [14]	8 336,55
Hliněná omazávka tl.10 mm,montáž+ materiál	m ²	88,022	167,00 [13]	14 699,67
Montáž vrchního přesahovaného záklopu z hrubých prken	m ²	148,056	74,10 [12]	10 970,95
řezivo jehličnaté omítané střed jakost I	m ³	3,476	4 840,00 [12]	16 823,84

Montáž vázaných kcí krovů pravidelných z hraněného řeziva plochy do 224 cm2 s ocelovými spojkami	m	124,000	155,00 [12]	19 220,00
Nosníky steico SJ 45 v.360 mm	m	136,400	147,90 [15]	20 173,56
Montáž dřevostaveb střešní konstrukce krokví, vaznic, ztužidel a zavětrování plochy do 500 cm2	m	12,100	133,00 [12]	1 609,30
řezivo jehličnaté omítané střed jakost I	m ³	0,227	4 840,00 [12]	1 098,68
Montáž krokví rovnoběžných s okapem z hraněného řeziva průřezové plochy do 224 cm2 na dřevo	m	50,100	50,80 [12]	2 545,08
řezivo jehličnaté hranol jakost I nad 120 cm2	m ³	0,970	4 840,00 [12]	4 694,80
Montáž pojistné hydroizolační fólie kladené přes 20° volně na bednění nebo tepelnou izolaci	m ²	148,056	24,30 [12]	3 597,76
fólie hydroizolační difúzní TONDACH TUNING FOL-K na bednění,zvýšená vodotěsnost	m ²	162,862	65,30 [12]	10 634,89
Montáž laťování na střeších jednoduchých sklonu do 60° osově vzdálenosti do 360 mm	m ²	148,056	40,00 [12]	5 922,24
řezivo jehličnaté,střešní latě impregnované dl 4 - 5 m	m ³	1,019	6 240,00 [12]	6 358,56
Spojovací prostředky pro montáž krovu, bednění, laťování, světlíky, klíny	m ³	4,673	836,00 [12]	3 906,63
Impregnace řeziva proti dřevokaznému hmyzu, houbám a plísním máčením třída ohrožení 3 a 4	m ³	4,673	861,00 [12]	4 023,45

Přesun hmot tonážní pro kce tesařské v objektech v do 12 m	t	12,313	1 310,00 [12]	16 130,03
--	---	--------	---------------	-----------

Tabulka 13 – Náklady na střešní konstrukci srubu [Příloha N]

Popis	MJ	Množství	Jednotková cena	Celková cena
Montáž vázaných kří krovů pravidelných z hraněného řeziva plochy do 224 cm ² s ocelovými spojkami	m	124,000	155,00 [12]	19 220,00
Nosníky steico SJ 45 v.360mm	m	136,400	147,90 [15]	20 173,56
Montáž bednění střech rovných a šikmých sklonu do 60° z palubek	m ²	88,022	122,00 [12]	10 738,68
palubky obkladové SM profil klasický 19 x 116 mm A/B	m ²	96,824	199,00 [12]	19 267,98
Montáž dřevostaveb střešní konstrukce krokví, vaznic, ztužidel a zavětrování plochy do 500 cm ²	m	12,100	133,00 [12]	1 609,30
řezivo jehličnaté omítané střed jakost I	m ³	0,227	4 840,00 [12]	1 098,68
Montáž krokví rovnoběžných s okapem z hraněného řeziva průřezové plochy do 224 cm ² na dřevo	m	50,100	50,80 [12]	2 545,08
řezivo jehličnaté hranol jakost I nad 120 cm ²	m ³	0,970	4 840,00 [12]	4 694,80
Montáž pojistné hydroizolační fólie kladené přes 20° volně na bednění nebo tepelnou izolaci	m ²	148,056	24,30 [12]	3 597,76

fólie hydroizolační střešní FATRAFOL 810 tl 1,5 mm š 1300 mm šedá	m2	162,862	230,00 [12]	37 458,26
Montáž pojistné hydroizolační fólie kladené přes 20° volně na bednění nebo tepelnou izolaci	m2	88,022	24,30 [12]	2 138,93
parozábrana foliová ISOVER VARIO KM duplex UV 40000x1500 mm	m2	96,824	60,50 [12]	5 857,85
Montáž izolace tepelné vrchem stropů volně kladenými rohožemi, pásky, dílci, deskami	m2	176,043	23,80 [12]	4 189,82
Termo-konopí Premium/rohože - tl. 180 mm	m2	193,648	470,00 [12]	91 014,56
Spojovací prostředky pro montáž krovu, bednění, latování, světlíky, klíny	m3	1,197	836,00 [12]	1 000,69
Impregnace řeziva proti dřevokaznému hmyzu, houbám a plísním máčením třída ohrožení 3 a 4	m3	1,197	861,00 [12]	1 030,62
Montáž latování na střeších jednoduchých sklonu do 60° osově vzdálenosti do 360 mm	m2	148,056	40,00 [12]	5 922,24
řezivo jehličnaté, střešní latě impregnované dl 4 - 5 m	m3	1,019	6 240,00 [12]	6 358,56
Přesun hmot tonážní pro kce tesařské v objektech v do 12 m	t	3,592	1 310,00 [12]	4 705,52

Tabulka 14 – Náklady na střešní konstrukci dřevostavby [Příloha P]

Popis	MJ	Množství	Jednotková cena	Celková cena
Montáž vázaných keří krovů pravidelných z hraněného řeziva plochy do 224 cm ² s ocelovými spojkami	m	124,000	155,00 [12]	19 220,00
Nosníky steico SJ 45 v.360mm	m	136,400	147,90 [14]	20 173,56
Bednění střech rovných z desek OSB tl 12 mm na sraz šroubovaných na krokve	m ²	236,078	239,00 [12]	56 422,64
Montáž izolace tepelné střech šikmých kladené volně mezi krokve rohoží, pásů, desek	m ²	176,044	26,50 [12]	4 665,17
deska minerální střešní izolační ISOVER ORSIK 600x1200 mm tl. 180 mm	m ²	193,648	277,00 [12]	53 640,50
Montáž dřevostaveb střešní konstrukce krokví, vaznic, ztužidel a zavětrování plochy do 500 cm ²	m	12,100	133,00 [12]	1 609,30
řezivo jehličnaté omítané střed jakost I	m ³	0,227	4 840,00 [12]	1 098,68
Montáž krokví rovnoběžných s okapem z hraněného řeziva průřezové plochy do 224 cm ² na dřevo	m	50,100	50,80 [12]	2 545,08
řezivo jehličnaté hranol jakost I nad 120 cm ²	m ³	0,970	4 840,00 [12]	4 694,80
Montáž latování na střeších jednoduchých sklonu do 60° osově vzdálenosti do 360 mm	m ²	148,056	40,00 [12]	5 922,24

řezivo jehličnaté, střešní latě impregnované dl 4 - 5 m	m3	1,309	6 240,00 [12]	8 168,16
Sádrovláknitý podhled desky 2x12,5 v kce 135 mm dvouvrstvá spodní kce profil CD+UD TI 40 mm30 kg/m3	m2	88,022	929,00 [12]	81 772,44
Montáž pojistné hydroizolační fólie kladené přes 20° volně na bednění nebo tepelnou izolaci	m2	148,056	24,30 [12]	3 597,76
fólie hydroizolační střešní FATRAFOL 810 tl 1,5 mm š 1300 mm šedá	m2	162,862	230,00 [12]	37 458,26
Montáž pojistné hydroizolační fólie kladené přes 20° volně na bednění nebo tepelnou izolaci	m2	88,022	24,30 [12]	2 138,93
parozábrana foliová ISOVER VARIO KM duplex UV 40000x1500 mm	m2	96,824	60,50 [12]	5 857,85
Spojovací prostředky pro montáž krovu, bednění, laťování, světlíky, klíny	m3	1,197	836,00 [12]	1 000,69
Impregnace řeziva proti dřevokaznému hmyzu, houbám a plísním máčením třída ohrožení 3 a 4	m3	1,197	861,00 [12]	1 030,62
Přesun hmot tonážní pro kce tesařské v objektech v do 12 m	t	8,48	1 310,00 [12]	11 108,80

Celkové náklady (Tabulka 15)

Z celkové plochy byly odečteny otvory střešních oken. Ceny jsou uvedeny bez DPH.

Tabulka 15 – Celkové náklady střešní konstrukce pro slaměný dům, srub a dřevostavbu [Tabulka 12,13,14]

	Ideální výsek		
	Slaměný dům	Srub	Dřevostavba
Celková cena konstrukce	201 244,21 Kč	242 622,89 Kč	322 125,48 Kč
Celková plocha	148,056 m ²		
Cena za 1 m ²	1 359,24 Kč	1 638,72 Kč	2 175,70 Kč

Poslední konstrukcí je střešní plášť. Zde je použita stejná nosná konstrukce ze steico nosníků. Nejdražší 1 m² střešního pláště byl stanoven u dřevostavby. Zde byla použita drahá vrstva sádkartonového podhledu a OSB desky pro bednění vnější vrstvy pláště. Nejlevnější variantou je konstrukce slámového domu. Srub vychází jako střední varianta. Zde je poměrně vysoká cena izolačního materiálu.

Celkové náklady ideálního výseku 1 m² všech tří částí (Tabulka 16)

Tabulka 16 – Celkové náklady všech tří částí pro slaměný dům, srub, dřevostavbu [Tabulka 7,11,15]

	Ideální výsek		
	Slaměný dům	Srub	Dřevostavba
Celková cena	4 702,87 Kč	10 299,87 Kč	8 604,45 Kč

Shrnutí

Při součtu cen za všechny tři konstrukce vychází jako nejlevnější varianta dům z balíků slámy. Nejdražší variantou je srub.

3.1.4 VLASTNOSTI KONKRÉTNÍCH TECHNOLOGIÍ VÝSTAVBY

V této kapitole budou stručně shrnuty klady a zápory jednotlivých technologií výstavby. Cílem tohoto srovnání není pouze poukázat na klady a zápory staveb, ale také

ukázat to, že pokud jedna technologie má kladnou vlastnost, u druhé se toto může projevit jako záporná vlastnost.

Tabulka 17 – Vlastnosti konkrétních domů

Předpoklady	Slámový dům	Dřevostavba	Srub
Požární odolnost	ANO	ANO	ANO
Vysoká pevnost	1-2 patra	1-2 patra	1-2 patra
Malá energetická náročnost při výrobě materiálů	ANO	NE	ANO
Recyklace materiálu	ANO	Recyklace materiálu je energeticky náročná	ANO
Atypičnost výstavby	ANO	ANO	ANO
Zdravotní nezávadnost	ANO	ANO	ANO
Obnovitelnost materiálu	ANO	Jen u dřevěného skeletu stavby	ANO
Předsudky lidí	ANO, neobvyklá výstavba	NE	ANO
Stavba na klíč v ČR	NE	ANO	ANO

Znalosti o technologii v ČR	Velmi malé, všechno založeno na zkušenostech z ciziny	ANO	ANO
Sortiment materiálu	Velmi omezený	Velký výběr materiálů	Omezený výběr
Otevřený systém, dýchá	ANO	NE	ANO
Škůdci	Hlodavci, ptáci, hmyz	NE	Plíseň, tesařici, červi, abiotičtí škůdci
Životnost	Není udáváno žádné konkrétní číslo	Výrobci udávají až 180 let	Smrk pod střechou až 75 let

Shrnutí vlastností jednotlivých druhů výstavby

Předchozí shrnutí vlastností jednotlivých technologií poukazuje jen na ty nejvýznamnější.

Důležitým bodem tohoto výčtu je obnovitelnost a recyklovatelnost přírodních materiálů.

Požární odolnost je u slámového domu stanovena na základě experimentů a řadí se do skupiny B2 normálně hořlavé. Pro klasickou dřevostavbu jsou používány normované průmyslově vyráběné materiály, které jsou laboratorně zkoušené a certifikované a měly by proto vyhovovat normám požární bezpečnosti. Požární odolnost u srubové technologie není dostatečně prozkoumána. Bylo provedeno mnoho experimentů, ale nikdy nebyla zaznamenána žádná oficiální měření. V tomto případě záleží především na kvalitě použitého dřeva, tepelné izolaci mezi spárami a způsobu provedení.

Pevnost dána pro jednotlivé materiály je u každého domu vypočítaná jednotlivě. U všech tří zkoumaných technologií se ve skutečnosti setkáváme se stavbami do výšky dvou pater.

Výroba materiálu na stavbu domů z přírodních surovin je energeticky velmi málo náročná. Avšak vyžaduje velké množství manuální práce. Tyto materiály lze recyklovat a patří mezi obnovitelné zdroje. Oproti tomu dřevostavby budované z průmyslově vyráběných stavebních materiálů jsou energeticky velmi náročné a jejich výroby zatěžuje životní prostředí. Odřezky materiálu při stavbě domů jsou i energeticky náročné na recyklaci a nelze je obnovovat.

S výrobou souvisí i životnost jednotlivých staveb. U přírodních materiálů záleží na druhu ošetření konstrukce. U srubové konstrukce je udávána životnost až 70 let při zastřešení. U klasické dřevostavby výrobci udávají životnost okolo 120 let. Vysoká dlouhověkost vychází z průmyslově vyrobených látek, u kterých lze ve vysoké míře ovlivnit vlastnosti.

Dále navazuje zdravotní nezávadnost a dýchání staveb. U průmyslově vyráběných materiálů pro zhotovení domu je udávána zdravotní nezávadnost. Při použití těchto materiálů máme zajištěnou bezpečnost, ale není zajištěno tak příhodné a útulné klima jako při použití přírodních materiálů. Mezi jejich výhody patří unikátní vlastnosti, jako je například pohlcování přebytečné vlhkosti a dýchání stavby. Tyto vlastnosti nelze u průmyslových materiálu nijak zajistit. Z domu se stává uzavřený prostor, který nedýchá. V tomto případě musí být použita klimatizace nebo zvlhčovače vzduchu.

Nevýhodou přírodních materiálů je napadání škůdci, proti kterému je možné se bránit pouze použitím chemických prostředků. Tento problém nepostihuje průmyslové materiály.

Mezi další nevýhody přírodních materiálů patří atypičnost a předsudky lidí. Srubový dům je od ostatní staveb natolik odlišný, že je vyhledáván pouze lidmi, které uchvátil tento druh stavby. Slámové domy nejsou na první pohled od klasické výstavby odlišné. Pro tento druh domů se rozhoduje jen velmi malé množství nadšených lidí pro ekologické bydlení. Předsudky lidí vycházejí především z mylných představ o

vlastnostech použitého materiálu na stavbu. V posledních letech je velký zájem o dřevostavby z průmyslově vyráběných materiálů nebo materiálů na bázi přírodních. Zájem vychází především z rychlosti výstavby a zachování stejného vzhledu jako u zděné technologie.

Z malého zájmu o přírodní stavby vychází i omezený sortiment stavebních materiálů, malé zkušenosti s tímto druhem výstavby a nedostatek kvalifikovaných firem. Co se týká stavby srubů lze v dnešní době zajistit stavbu na klíč. Oproti tomu domy z balíků slámy jsou stavěny pouze svépomocí.

4. ZÁVĚR

Cílem této práce bylo srovnat náklady na výstavbu rodinného domu srubového a dřevostavby. Pro práci byla vybrána dřevostavba zateplená balíky slámy, dřevostavba z průmyslově vyráběných materiálů a srubový dům. V práci byly srovnány náklady na odlišné konstrukce staveb, vlastnosti použitých materiálů a vlastnosti celých staveb.

Pokud se jedná o finanční hledisko, při srovnání vyšel nejlevněji slaměný dům oproti srubu a dřevostavbě. Jednotlivé vybrané konstrukce byly samostatně oceněny, poté byl stanoven ideální výsek a stanovena celková cena Kč/m². Nízká cena slaměného domu je způsobena použitím přírodního materiálu za mnohem nižší cenu oproti srubu postaveného z drahé kulatiny a dřevostavbě zhotovené z průmyslově vyráběných materiálů

Dále jsem se pokusila o shrnutí základních kladných a záporných vlastností obou technologií. I zde nepřevažuje většinově jedna technologie nad druhou. Spíše se ukázalo, že pokud jedna z technologií má dobrou vlastnost nebo výhodu, u druhé se toto projeví jako velká nevýhoda.

Nelze ale jednoznačně říci, že domy z přírodních materiálů jsou jednoznačně lepší a v prvním případě finančně výhodnější. Zde záleží především na preferencích jednotlivých stavitelů a investora. Pokud se lidé v dnešní době rozhodnou pro dům z přírodních materiálů vychází to především z jejich životní filosofie, která je založena na návratu ke stavebním přírodním materiálům, tedy k přírodě. Průmyslově vyráběné stavební materiály sice dovedou svými vlastnostmi někdy i překonat vlastnosti přírodních stavebních materiálů, ale takový dům postavený nikdy neposkytne sám o sobě tak příhodné klima jako dům z přírodních materiálů. Unikátní vlastnosti přírodních materiálů musí být u zděné technologie uměle nahrazeny průmyslově vyrobenými technologiemi, jako je například klimatizace, zvlhčovače vzduchu.

Po větším seznámení se s přírodními stavebními materiály, bych uvedla svoje doporučení a své poznatky. Pokud bych se měla do budoucna rozhodovat, zda při výstavbě domu použít přírodní materiál nebo klasický průmyslově vyráběný, šlo by o velmi složité rozhodnutí. Oba typy mají spoustu pozitivních, ale i negativních

vlastností. Srubové technologii bych dala přednost v odlehlém místě v horách, kam tyto stavby původně patřily. Je to velmi krásná technologie, která je trvanlivá a atypická. Pro tuto stavbu bych určitě doporučila výběr kvalitní firmy pro výstavbu srubů s mnoha zkušenostmi a kvalitními referencemi.

Dům zhotovený z dřevěného skeletu a zateplený balíky slámy je jistě finančně méně náročný, ale je zde velký podíl lidské práce. Slámový dům bych doporučila lidem, kteří se rozhodli žít v souladu s přírodou, a kteří chtějí ke stavbě využívat pouze přírodní materiály. Není jim lhostejná budoucí likvidace stavby, kterou lze ekologicky odstranit.

Klasická dřevostavba z průmyslově vyrobených materiálů je doporučena lidem, kteří chtějí rychlou výstavbu na klíč. Stavba se od klasické zděné technologie na první pohled vůbec neliší.

V této práci jsem chtěla také poukázat na mylné předsudky lidí o netrvanlivosti a finanční náročnosti přírodních domů. V případě slaměných domů se stále jedná spíše o ojedinělou výstavbu. S vývojem stavebnictví se přírodní materiály odsunuly do pozadí a nahradily je komfortnější a modernější stavební technologie. Proto v případě výstavby slámových domů chybí stavební firmy, které by se touto technologií zabývaly a ulehčily by rozhodování stavebníků.

5. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

5.1 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] HOUDEK, Dalibor a Otakar KOUDELKA. *Srubové domy z kulatiny*. Brno: Era, 2004. 161 s. ISBN 80-86717-97-7.

[2] VAVERKA, Jiří, Zdeňka HAVÍŘOVÁ, Miroslav JINDRÁK A KOL. *Dřevostavby pro bydlení*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2008. 376 s. ISBN 978-80-247-2205-4.

[3] MINKE, Gernot a Friedemann MAHLKE. *Stavby ze slámy*. Ostrava: HEL, 2009. 143 s. ISBN 978-80-86167-31-2.

[4] CHYBÍK, Josef. *Přírodní stavební materiály*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2009. 268 s. ISBN 978-80-247-2532-1.

[5] MINKE, Gernot. *Příručka hliněného stavitelství*. Bratislava: Pagoda, 2009. 287 s. ISBN 978-80-969698-2-1.

[6] ŠTEFKO, Jozef, Ladislav REINPRECHT a Pete KUKLÍK. *Dřevěné stavby*. Bratislava: Jaga group, 2009. 196 s. ISBN 978-80-8076-080-9.

[7] MÁRTON, JAN. *Stavby ze slaměných balíků*. Liberec: Vlastním nákladem, 2010. 240 s. ISBN 978-80-254-6610-0.

[8] NAVRÁTIL, Michal. *Projekt sluneční ulice* [online]. [cit. 2015-05-14]. Dostupné z: Projekt sluneční ulice.

[9] SALITH. *Štuková omítka*. [online]. [cit. 2015-04-27]. Dostupné z: <http://www.stavomarket.cz/underwood/download/files/vapenocementova-jednovrstva-stukova-omitka-s-doplňkovými-vlastnostmi-salith-mhf-p3-technicky-list.pdf>

[10] *Rozpočtování a oceňování stavebních prací*. Praha: ÚRS Praha, 2009. 206 s. ISBN 978-80-7369-239-1

[11] MARKOVÁ, Leonora a Jaroslav CHOVANEC. *Rozpočtování a kalkulace ve výstavbě*. Brno: Cerm, s.r.o., 2008. 129 s. ISBN 978-80-7204-587-7

[12] *Cenová soustava. Krosplus*. ÚRS Praha

- [13] Picas. *Cena hliněných výrobků*. [online]. [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: [Http://www.picas.cz/cenik/](http://www.picas.cz/cenik/).
- [14] Výroba slaměných balíků. *Cena slaměných balíků*. [online]. [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: [Http://www.baobaby.org/nase-sluzby/vyroba-slamenych-baliku/](http://www.baobaby.org/nase-sluzby/vyroba-slamenych-baliku/).
- [15] MTA. *Cena steico nosníků*. [online]. [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: [Http://www.mta.cz/site/assets/files/1153/cenik-steico-nosniky-m_02-2015.pdf](http://www.mta.cz/site/assets/files/1153/cenik-steico-nosniky-m_02-2015.pdf).
- [17] Lesoservis. *Cena kulatiny*. [online]. [cit. 2015-05-10]. Dostupné z: <http://lesoservis.cz/?message=77&lang=cz&action=cart&presenter=Front%3AEshop%3ADefault>
- [18] Naturwool. *Cena izolace z ovčí vlny*. [online]. [cit. 2015-05-10]. Dostupné z: <http://www.naturwool.cz/izolace-z-ovci-vlny/izolacni-pasy/>
- [19] Dřevěné konstrukce. *Cena za montáž dřeva*. [online]. [cit. 2015-05-10]. Dostupné z: <http://drevene-konstrukce.webnode.cz/cenik/>
- [20] TZB – Info. *Součinitele prostupu tepla*. [online]. [cit. 2015-05-10]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/140-prostup-tepla-vicevrstvou-konstrukci-a-prubeh-teplot-v-konstrukci>

5.2 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Přírodní stavební materiály [4]	14
Tabulka 2 – Srovnání hliněné a štukové omítky [4] [9]	23
Tabulka 3 – Srovnání omítek [4]	25
Tabulka 4 – Srovnání konstrukčních materiálů [4]	25
Tabulka 5 – Náklady na konstrukci podlahy slaměného domu [Příloha B].....	33
Tabulka 6 – Náklady na konstrukci podlahy srubu a dřevostavby [Příloha D].....	34
Tabulka 7 – Celkové náklady na konstrukci podlahy [Tabulka 5,6].....	35
Tabulka 8 – Náklady na konstrukci obvodové stěny slaměného domu [Příloha F]	37
Tabulka 9 – Náklady na konstrukci obvodové stěny srubu [Příloha H].....	39
Tabulka 10 – Náklady na konstrukci obvodové stěny dřevostavby [Příloha J]	40
Tabulka 11 – Celkové náklady na konstrukci obvodové stěny slaměného domu, srubu, dřevostavby [Tabulka 8,9,10]	41
Tabulka 12 – Náklady na střešní konstrukci slaměného domu [Příloha L]	43
Tabulka 13 – Náklady na střešní konstrukci srubu [Příloha N]	45
Tabulka 14 – Náklady na střešní konstrukci dřevostavby [Příloha P]	47
Tabulka 15 – Celkové náklady střešní konstrukce pro slaměný dům, srub a dřevostavbu [Tabulka 12,13,14].....	49
Tabulka 16 – Celkové náklady všech tří částí pro slaměný dům, srub, dřevostavbu [Tabulka 7,11,15]	49
Tabulka 17 – Vlastnosti konkrétních domů	50

5.3 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Nenosný systém ze slaměných balíků [8]	21
Obrázek 2 – Rodinný dům z balíků slámy v Huslích [Ing. Jan Bílek]	29
Obrázek 3 – Konstrukce podlahy slaměného domu, srubu a dřevostavby [Vlastní tvorba]	32
Obrázek 4 – Konstrukce obvodové stěny slaměného domu, srubu a dřevostavby [Vlastní tvorba]	36
Obrázek 5 – Střešní konstrukce slaměného domu, srubu, dřevostavby [Vlastní tvorba]	42

5.4 SEZNAM ZKRATEK

PEI – množství vázané primární energie

GWP – emise CO₂

AP – emise SO₂

5.5 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A – Krycí list rozpočtu podlahy pro slaměný dům

Příloha B – Rozpočet s výkazem výměr podlahy pro slaměný dům

Příloha C – Krycí list rozpočtu podlahy pro srub a dřevostavbu

Příloha D – Rozpočet s výkazem výměr podlahy pro srub, dřevostavbu

Příloha E – Krycí list rozpočtu obvodové stěny slaměného domu

Příloha F – Rozpočet s výkazem výměr obvodové stěny slaměného domu

Příloha G – Krycí list rozpočtu obvodové stěny srubu

Příloha H – Rozpočet s výkazem výměr obvodové stěny srubu

Příloha I – Krycí list rozpočtu obvodové stěny dřevostavby

Příloha J – Rozpočet s výkazem výměr obvodové stěny dřevostavby

Příloha K – Krycí list rozpočtu střechy slaměného domu

Příloha L – Rozpočet s výkazem výměr konstrukce střechy slaměného domu

Příloha M – Krycí list rozpočtu konstrukce střechy srubu

Příloha N – Rozpočet s výkazem výměr konstrukce střechy srubu

Příloha O – Krycí list rozpočtu konstrukce střechy dřevostavby

Příloha P – Rozpočet s výkazem výměr konstrukce střechy dřevostavby

Příloha Q – Tepelně technické posouzení konstrukce

Příloha R – Půdorys 1.NP objektu (v obálce na deskách práce)

Příloha S - Půdorys 2.NP objektu (v obálce na deskách práce)

Příloha T – Řez A-A' objektu (v obálce na deskách práce)